CALIBRACIÓN DE SENSORES MEDIANTE LABVIEW.

Iñigo Aguirre; Maria Concepción Sáenz;

Iñigo Javier Oleagordia; Manuel Angel Vicente.

Universidad del País Vasco. Euskal Herriko Unibertsitatea.

jtpagpoi@sc.ehu.es.

RESUMEN

Con este documento pretendemos dar a conocer una de las prácticas que se llevan a cabo en la EUITI de Eibar. En esta práctica integramos sensores, acondicionadores de señal, tarjeta de adquisición de datos y visualización mediante ordenador. El sistema de instrumentación propuesto está formado por una fuente de alimentación DC, E3631A de Agilent, controlada por la tarjeta GPIB; una maqueta, MD-544 de Alecop, que posee captadores de caudal y nivel de líquidos; un sistema modular de acondicionadores específicos para dichos captadores; una tarjeta de adquisición de datos, ACL-8112HG de ADLink, donde se recogen las señales provenientes de los acondicionadores y un ordenador en el que se visualizan las señales de la tarjeta de adquisición de datos mediante, el programa de instrumentación virtual, LabView. Además utilizaremos el programa MathCad para realizar las operaciones matemáticas pertinentes, representar las gráficas del comportamiento y presentar los resultados del estudio del sistema de instrumentación.

Con los valores de tensión que aporta el conjunto sensor-acondicionador para distintos niveles de líquido se obtienen las características de linealidad, histéresis, repetibilidad y precisión, así como, una fórmula matemática que nos permita realizar un posterior tratamiento de la señal con el fin de calibrar el sensor. Tras la realización de un programa, en LabView, incorporaremos la fórmula anterior para obtener un comportamiento lineal del sistema completo de instrumentación.

Con esta práctica se pretende desarrollar un método analítico implementado en un PC tal que, a partir de medidas experimentales, se establezcan diversos modelos matemáticos que determinan la operatividad del sistema objeto de análisis y utilizar conjuntamente el hardware asociado a la instrumentación de campo con el software encargado de procesar la información.

1. EQUIPAMIENTO NECESARIO.

1.1. Fuente de tensión E3631A de Agilent

La fuente de tensión, E3631A de Agilent, proporciona tres señales de tensión continua: 6V, 5A; 25V, 1A y –25V, 1A y además permite el control remoto debido a que está equipada con conectores GPIB y RS-232.

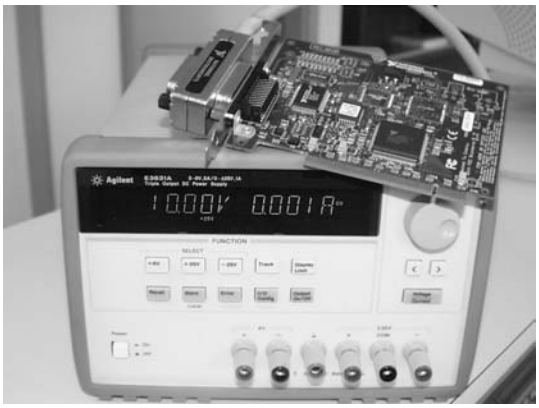

Fig. 1-Fuente DC y tarjeta GPIB.

1.2. Maqueta de captadores y módulo de acondicionadores

La maqueta, MD-544 de Alecop, consta de 4 captadores de nivel (tipo boya con potenciómetro lineal, de capacidad variable, por ultrasonidos y presión hidrostática) y 2 captadores de caudal (por diferencia de presión hidrostática y por turbina).

Todos los captadores de la maqueta tienen su correspondiente acondicionador de señal que se sitúan en los módulos de acondicionadores.

De todos estos captadores seleccionaremos el de nivel con capacidad variable para realizar, primeramente, el estudio de su comportamiento y posteriormente el calibrado del conjunto captador – acondicionador.

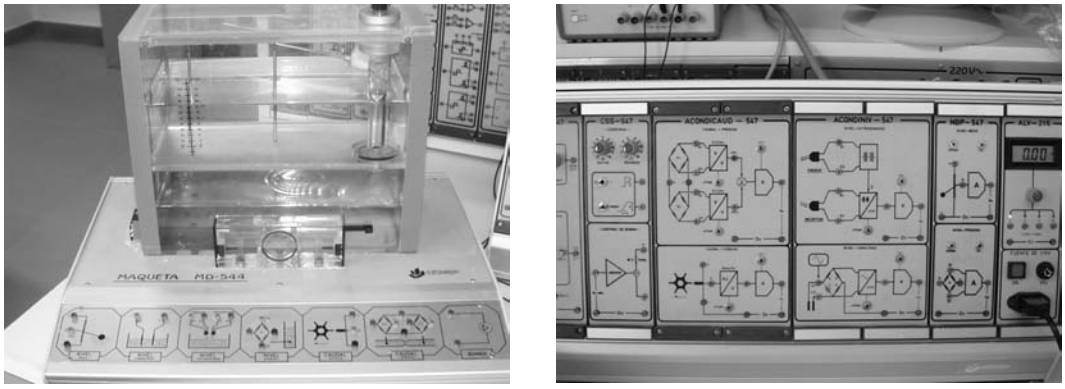

Fig. 2-Maqueta de captadores y módulos de acondicionadores

1.3. Tarjeta de adquisición de datos ACL-8112HG de ADLink

La tarjeta de adquisición de datos está formada por: 16 Entradas analógicas; 2 salidas analógicas; 16 entradas digitales; 16 salidas digitales y un contador de 16bits.

Para realizar esta práctica conectamos la señal de salida del circuito acondicionador del captador capacitivo con la entrada analógica 1 (AI1).

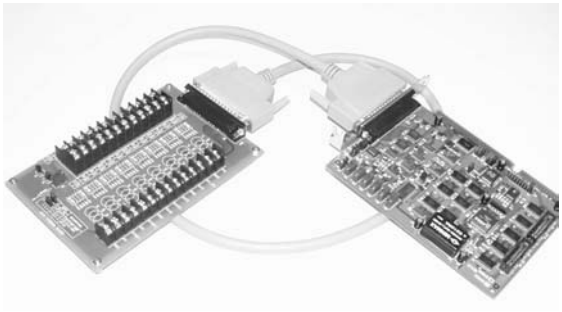

Fig. 3-Tarjeta de adquisición de datos

2. SOFTWARE UTILIZADO.

2.1. Interface de usuario, realizado en LabView, para realizar la práctica.

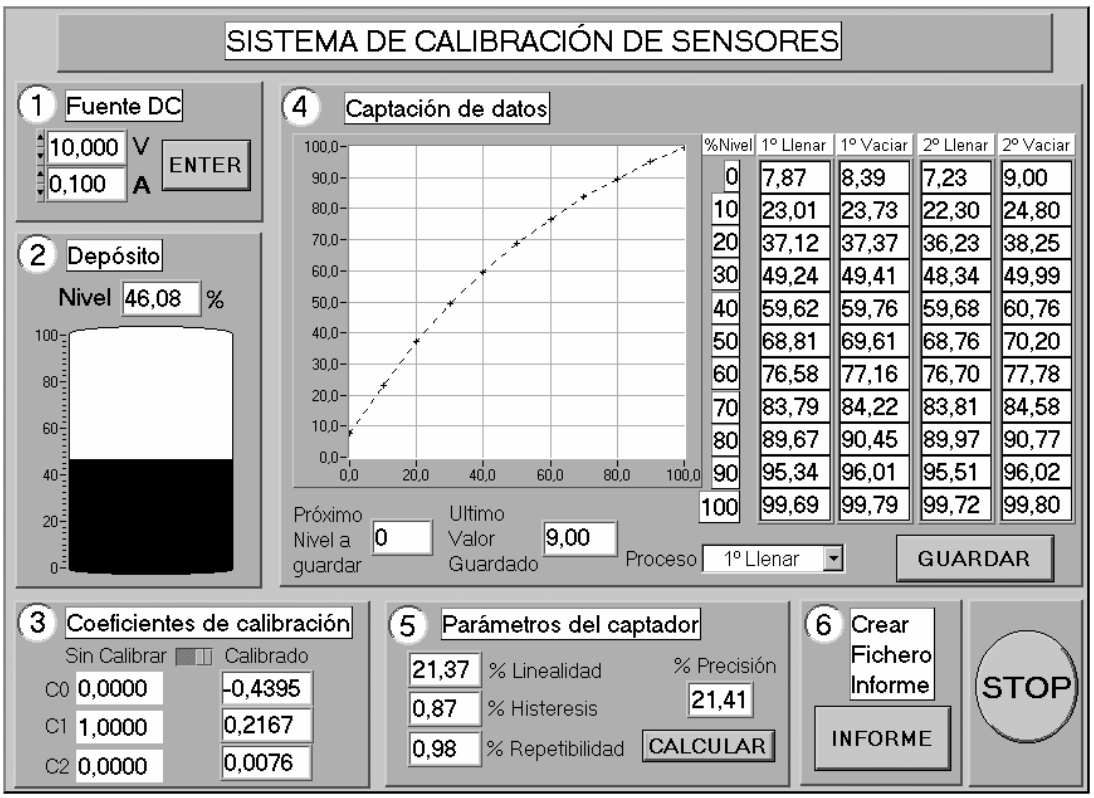

Fig. 4-Interface de usuario para la realización de la práctica.

El interface de usuario, realizado en la Universidad del País Vasco, está numerado por zonas haciendo coincidir la numeración con la secuencia de ejecución de la práctica.

En la zona 1 está el control de la fuente de alimentación. De todos los controles disponibles presentamos, únicamente, el control del nivel de tensión, con la opción de modificar de 0 a 10 voltios y el control de la corriente máxima, con la posibilidad de modificar de 0 a 1 amperio.

En la zona 2 aparece un indicador simulando el depósito con el nivel del mismo en tanto por ciento de llenado.

La zona 3 presenta tres valores, (C0, C1 y C2), que corresponden a los coeficientes de calibración del sistema sensor – acondicionador. Colocando el selector en la posición “Sin calibrar” el depósito representará el valor de nivel sin calibrar. Para poder representar los valores de nivel calibrados, previamente es necesario ejecutar lo correspondiente a las zonas 4 y 5 y posteriormente colocar el selector en la posición “Calibrado”.

En la zona 4 se realiza una captación cada vez que se produzca una variación del 10% de nivel y durante dos ciclos de llenado y vaciado. La pantalla indicará la nube de puntos obtenida en el proceso, de llenado o vaciado, indicado.

La zona 5 realiza el cálculo de la Histéresis, Linealidad, Repetibilidad, Precisión y de los coeficientes de calibración que aparecen en la zona 3, dejando el sistema de medida calibrado. Todo esto se realiza, únicamente, pulsando el botón CALCULAR.

Con el botón INFORME se envían todos los datos obtenidos a un fichero para utilizarlos, una vez finalizada la práctica, en la creación del informe de prácticas.

2.2. Informe de prácticas, realizado en MathCad.

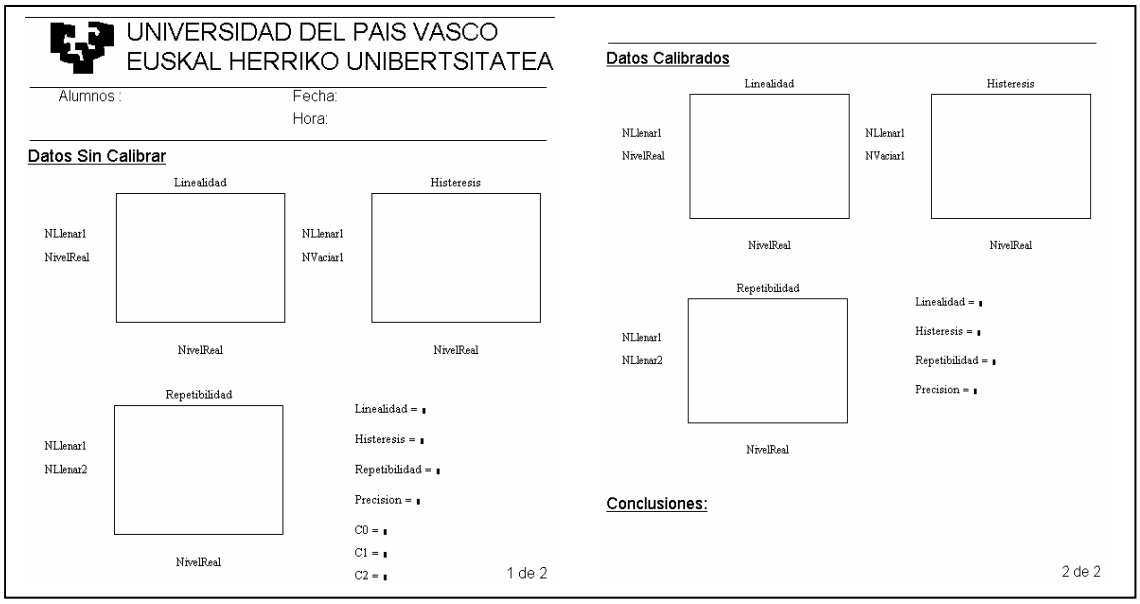

Fig. 5- Plantilla del informe de prácticas.

Esta plantilla representa todas las gráficas presentes, en la misma, de forma automática. Esto es posible debido a que esta plantilla está vinculada a otro fichero, realizado en Mathcad, en el cual están presentes todos los datos obtenidos en la práctica.

En esta plantilla se tienen que rellenar los datos de los alumnos, fecha y hora de realización de la práctica, así como, las conclusiones que obtengan tras realizar la misma.

Finalmente los alumnos deberán entregar esta plantilla debidamente completada y los ficheros con los datos obtenidos durante la ejecución de la práctica.

3. SISTEMA COMPLETO DE INSTRUMENTACIÓN.

Fig. 6- Imagen del montaje completo del sistema de instrumentación

4. METODOLOGÍA A SEGUIR EN LA EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA.

1. Realizar los montajes indicados en las figuras: Fig. 7 y Fig. 8.

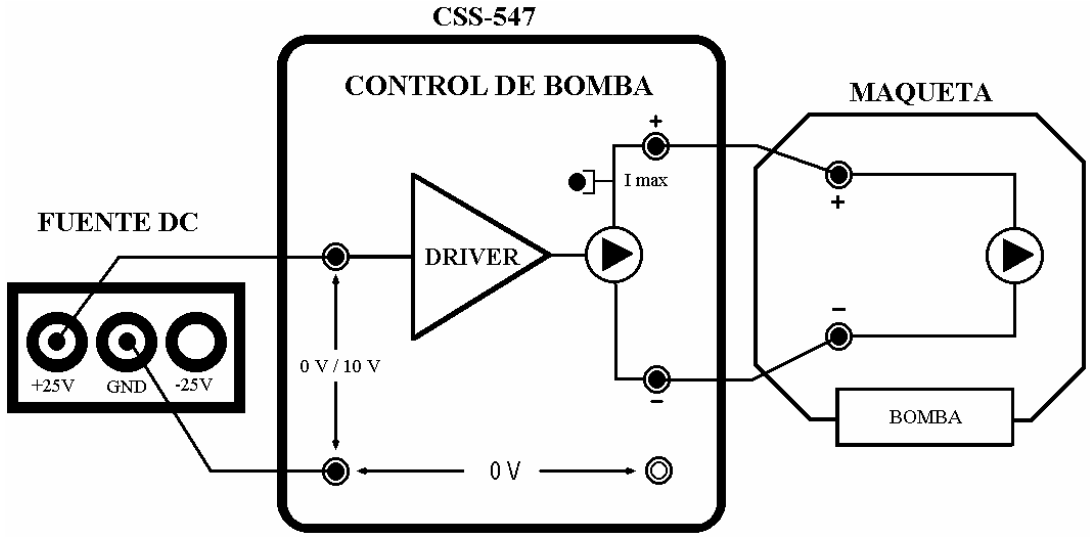

Fig. 7- Esquema de conexión para el control de la velocidad de la bomba

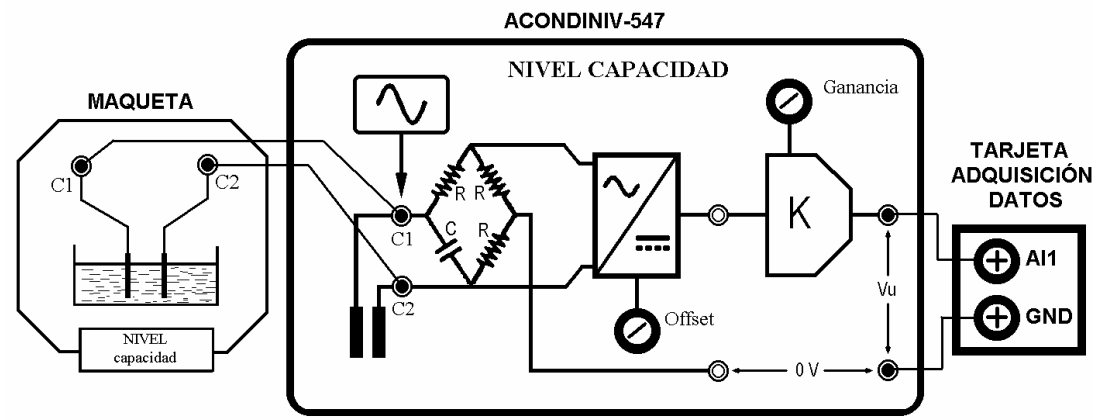

Fig. 8- Esquema de conexión para la captación de la señal del sensor

2. Colocar el selector de los coeficientes de calibración en la posición: “Sin Calibrar”

3. Modificar el nivel del depósito hasta el 0 %. Momento en el cual se debe ajustar el Offset, potenciómetro del acondicionador, hasta que se visualice en la pantalla un nivel de 0 %.

4. Activar la salida de la fuente a 10 voltios y cuando el depósito esté al 100 % ajustar la ganancia hasta que se visualice en la pantalla un nivel de 100 %.

5. Vaciar el depósito por debajo del 0 %.

6. Aplicar un voltaje de 4 voltios, con la fuente DC, para activar el circuito de la bomba.

7. Durante el primer llenado del depósito realizar las medidas, con el botón GUARDAR, por cada incremento del 10 % entre las divisiones 0 y 100 %. Estos datos se irán almacenando en la primera columna de la tabla.

8. Cuando el nivel supere la división 100 de la escala, desactivar el circuito de la bomba aplicando un voltaje de 0 voltios a la fuente DC.

9. En el vaciado del depósito realizar las medidas, con el botón GUARDAR, por cada decremento del 10 %, desde la división 100 hasta la división 0 %. Estos datos se irán almacenando en la segunda columna.

10. Repetir los pasos del 6 al 9 y de ese modo se completará la tabla.

11. Pulsar el botón CALCULAR. De este modo se obtienen los siguientes parámetros: Linealidad, Histéresis, Repetibilidad y Precisión. Además se obtienen los coeficientes C0, C1 y C2 que sirven para calibrar el sistema de instrumentación. Todos estos datos se verán reflejados en las casillas reservadas para ellos.

12. Pulsar el botón INFORMES. Al pulsar este botón se almacena en un fichero los datos de la tabla, la histéresis, la linealidad, la repetibilidad, la precisión y los coeficientes de calibración.

13. Colocar el selector de los coeficientes de calibración en la posición: “Calibrado”. De este modo realizamos un tratamiento de la señal debido a que a la señal del captador le aplicamos la siguiente ecuación:

$$NivelModificado = C0 + C1 \cdot NivelMedido + C2 \cdot NivelMedido^2$$

Ec. 1- Ecuación de Calibración

14. Repetir los pasos del 3 al 13 y de este modo se finaliza la ejecución de la práctica.

5. RESULTADOS.

En primer lugar se presentan los datos correspondientes a la captación de medidas de llenado y de vaciado cuando el captador está sin calibrar.

% Nivel Real	Primer Llenado	Primer Vaciado	Segundo Llenado	Segundo Vaciado
0	7.87	8.39	7.23	9
10	23.01	23.73	22.3	24.8
20	37.12	37.37	36.23	38.25
30	49.24	49.41	48.34	49.99
40	59.62	59.76	59.68	60.76
50	68.81	69.61	68.76	70.2
60	76.58	77.16	76.7	77.78
70	83.79	84.22	83.81	84.58
80	89.67	90.45	89.97	90.77
90	95.34	96.01	95.51	96.02
100	99.69	99.79	99.72	99.8

Tabla1- Datos de los niveles en los ciclos de llenado y vaciado con el sistema sin calibrar

En segundo lugar se presentan los datos correspondientes a la captación de medidas de llenado y de vaciado cuando el captador está calibrado.

% Nivel Real	Primer Llenado	Primer Vaciado	Segundo Llenado	Segundo Vaciado
0	1.46	1.97	2.03	2.04
10	8.85	9.59	8.84	9.56
20	18.5	19.08	18.34	18.86
30	28.84	30.49	28.46	29.4
40	40.44	40.92	40.09	41.27
50	50.84	51.69	50.8	52.29
60	61.32	62.4	61.52	62.6
70	71.31	72.31	71.71	72.31
80	81.14	81.74	81.05	81.82
90	90.42	90.5	89.81	90.63
100	96.76	96.93	96.79	96.93

Tabla2- Datos de los niveles en los ciclos de llenado y vaciado con el sistema calibrado

Mediante las tablas 1 y 2 se observa que, en la mayoría de las mediciones se obtiene una mayor exactitud una vez calibrado el sistema de medición de nivel de líquido. Pero en la Tabla3 se ve cual de los parámetros es el que mejora la precisión del sistema de medida.

	Sin Calibrar	Calibrado
Linealidad	21.37%	1.53%
Histéresis	0.87%	1.73%
Repetibilidad	0.98%	0.64%
Precisión	21.41%	2.40%

Tabla3- Comparación de los parámetros

Con el sistema de calibración se obtiene una notable mejoría en la linealidad y por lo tanto en la precisión, debido a que la precisión obedece a la ecuación EC. 2. En cambio, en cuanto en la histéresis y la repetibilidad no se obtiene ninguna mejoría.

$$\mathrm{Pr}\,ecision = \sqrt{Linealidad^2 + Histeresis^2 + \mathrm{Re}\,petibilidad^2}$$

Ec. 2- Ecuación de la precisión

A continuación se representarán las gráficas correspondientes a la linealidad en los casos de sistema no calibrado y sistema calibrado, comparando los datos con los niveles reales.

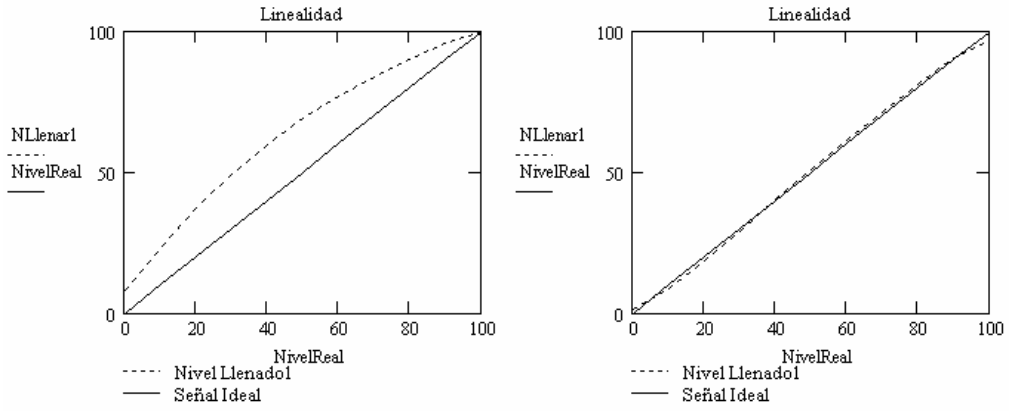

Fig. 9- Curvas del nivel medido comparando con la señal de nivel ideal

En la gráfica de la izquierda se puede ver que el nivel de llenado no corresponde con el nivel real mientras que en la gráfica de la derecha, con el captador calibrado, el nivel de llenado es próximo al nivel real.

6. CONCLUSIONES

Esta metodología ayuda a los alumnos a comprender el objetivo de los sistemas de instrumentación comprobando la operatividad de los captadores (mediante la obtención de sus características); realizando un tratamiento de la señal (mediante un modelo matemático) y además tendrán un primer contacto con la instrumentación virtual que será estudiada en temas posteriores.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1] Manual de usuario MD-544. Alecop

[2] ACL-8112 series Data Acquisition Cards. User´s Guide. ADLINK.

[3] Lázaro, A.M. LabVIEW, Programación gráfica para el control de instrumentación. Paraninfo (1996).

ISBN: 8428323399

[4] Pritchard, P.J. Mathcad, A Tool for Engineering Problem Solving. McGraw – Hill´s BEST (1999).

ISBN: 0-07-012189-3